

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ
МУРМАНСКИЙ МОРСКОЙ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

На правах рукописи

УДК 551.46+591.632.2(268.45)

Жичкин
Александр Павлович

**Океанографические и эколого-географические аспекты промышленного
рыболовства в Баренцевом море**

Специальность 25.00.28 - океанология

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации
на соискание ученой степени
доктора географических наук

Мурманск 2016

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Мурманском морском биологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук, г. Мурманск

Официальные оппоненты: **Инжебейкин Юрий Иванович**
доктор географических наук, заведующий
лабораторией гидродинамики Института
аридных зон ЮНЦ РАН, г. Ростов-на Дону

Чернышков Павел Петрович
доктор географических наук, профессор по
специальности «океанология», главный научный
сотрудник лаборатории промысловой
океанологии ФГБНУ АтлантНИРО,
г. Калининград

Шилин Михаил Борисович
доктор географических наук, заведующий
кафедрой экологии ФГБОУ ВПО
«Российский государственный
гидрометеорологический университет»
(РГГМУ), г. Санкт-Петербург

Ведущая организация: **ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный
технический университет», г. Астрахань**

Защита состоится 16 ноября 2016 г. в 10 час. 00 мин. на заседании диссертационного совета Д.002.140.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Мурманском морском биологическом институте Кольского научного центра Российской академии наук, по адресу г. Мурманск, ул. Владимирская, 17.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН
Автореферат разослан «___» _____ 2016 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д.002.140.01,
кандидат географических наук _____ И.С. Усягина

Общая характеристика работы

Актуальность исследования. Рыбный промысел является одной из важнейших составляющих функционирования природо-хозяйственной системы Баренцева моря. География и промышленные масштабы рыбодобычи, в которой участвуют сотни промысловых судов, заняты десятки тысяч людей, обеспечивающих вылов, переработку и транспортировку рыбной продукции, закономерно детерминируют не только общее состояние морской экосистемы Баренцева моря, но и создают релевантные социально-экономические условия проживания в прибрежных регионах. Рациональная эксплуатация морских биоресурсов Баренцева моря на устойчивом уровне в значительной мере способствует решению ряда задач продовольственной безопасности государства.

На состояние экосистемы моря оказывают влияние как природные, так и антропогенные факторы. Резкие колебания климата и неуправляемая чрезмерная эксплуатация морских биологических ресурсов могут генерировать каскадные эффекты вверх по трофической цепи – до высших хищников и вниз – к планктону.

Три фактора изменчивости в рыбном сообществе – климатические флуктуации, перелов и загрязнение – действуют взаимосвязано, но в разных морских экосистемах доминируют в разной степени (Матишов, Денисов и др., 2000; Matishov, Denisov, Dzhenyuk, 2003). В Баренцевом море наиболее значимыми являются первые два фактора.

Автором собран обширный материал по динамике океанографических условий и промышленному рыболовству в Баренцевом море за многие десятилетия. Эти данные требуют всестороннего и углубленного анализа для их более широкого и специализированного практического применения.

Создание новых информационных технологий на рубеже XX-XXI веков позволило автоматизировать сбор, хранение и обработку больших массивов данных. Систематизация и обобщение промысловой информации с

применением геоинформационных технологий дает возможность выявить системообразующие особенности ежемесячных, сезонных и межгодовых изменений распределения скоплений основных объектов лова в Баренцевом море, обусловленные как океанографическими, так и эколого-географическими факторами.

Использование собранного массового регулярного материала позволяет получить практически полное представление об эволюции рыбопромысловой деятельности в различные периоды климатических колебаний и антропогенных нагрузок.

Вопросы рационального использования природных биоресурсов Мирового океана и антропогенного воздействия на его экосистемы входят в число наиболее актуальных в современной океанологии. Поэтому обращение к теме, посвященной океанографическим и эколого-географическим аспектам промышленного рыболовства в Баренцевом море является вполне обоснованным и своевременным.

Объект исследований. Промышленное рыболовство.

Предмет исследований. Пространственно-временная изменчивость рыбного промысла в Баренцевом море под влиянием океанографических и эколого-географических факторов.

Цель и задачи исследования. Цель работы – выявить закономерности влияния океанографических и эколого-географических факторов на отечественное рыболовство с использованием массовых данных о многолетнем рыбном промысле в Баренцевом море.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы и решались следующие задачи:

– 1. обобщить всю доступную информацию о ледовых и термических условиях, об отечественном промышленном лове в Баренцевом море и динамике запасов основных промысловых рыб;

– 2. с помощью актуализированных баз данных сформировать календари аномалий ледовитости и температуры для годовых биологических циклов основных объектов рыбного промысла;

– 3. на основе составленных календарей установить закономерности колебаний океанографических условий и выявить связи флуктуаций абиотических факторов с динамикой промысловых запасов и пространственно-временной изменчивостью российского рыболовства в Баренцевом море за последние десятилетия (1977–2012 гг.);

– 4. с помощью ГИС технологий создать новый обобщенный атлас российского промысла основных видов рыб и ледовых условий в Баренцевом море;

– 5. на основе материалов атласа установить новые устойчивые локализации и траектории миграций основных промысловых видов рыб в зависимости от океанографических условий с акцентом на экстремальные климатические ситуации;

– 6. выполнить анализ количественного и качественного (видового) состава российского вылова в различные по тепловым условиям и промысловым запасам периоды;

– 7. проанализировать влияние антропогенных факторов на отечественное рыболовство, динамику запасов и выбор оптимальных районов рыбного промысла как главного элемента рационального природопользования в Баренцевом море.

Научная новизна. Предложен новый подход к изучению влияния абиотических факторов на динамику рыбных промысловых запасов, основанный на анализе этого влияния в пределах годовых биологических циклов, а не в рамках календарных лет.

Впервые рассчитаны параметры изменчивости океанографических факторов для годовых биологических циклов основных промысловых рыб Баренцева моря (треска и пикша) и на их основе созданы соответствующие календари аномалий температуры и ледовитости.

Выявлены связи локальной ледовитости различных районов моря с динамикой формирования промысловых запасов трески и пикши, а также пространственно-временной изменчивостью российского рыболовства (распределение и плотность скоплений, объемы вылова и удельный вес участков лова). Установлено, что межгодовая динамика промзапасов, распределение концентраций рыбы и промысловое значение районов лова может оцениваться по показателям ледовитости.

На основе данных обработки и обобщения многолетней массовой промысловой информации и океанографическим условиям среды с применением ГИС технологий создан новый электронный атлас ежемесячного отечественного промысла основных объектов рыболовства (треска, пикша, мойва, сайка) на акватории Баренцева моря и сопредельных вод Норвежского и Гренландского морей в 1977-2012 гг. Впервые на картах Атласа показана плотность скоплений рыбы (в тоннах на кв. милю) для всех промысловых квадратов, в которых велся лов с месячной дискретностью за весь рассмотренный 36-летний период отечественного рыболовства.

Впервые выполнен анализ влияния сейсмичности на распределение и плотность промысловых скоплений рыбы в Баренцевом море.

Практическая значимость. Проведенные автором систематизация и обобщение данных по географии современного (1977-2012 гг.) промысла основных представителей рыбного сообщества в Баренцевом море позволяют проследить изменяющуюся по месяцам картину распределения промысловых скоплений рыбы за рассматриваемый период и дают возможность подбирать годы аналоги для планирования предстоящей рыболовной деятельности.

Выявленные связи между основными абиотическими факторами и динамикой промысловых запасов главных объектов лова имеют прогностический потенциал и могут быть использованы как вспомогательный материал в практике составления рыбопромысловых рекомендаций и прогнозов.

Материалы по российскому промыслу трески в Баренцевом море за 1977-2006 гг., были опубликованы в виде Атласа в 2009 г. (Жичкин, 2009), который в настоящее время используется в практической деятельности ряда рыболовных компаний Мурманской области, а также в качестве учебного пособия на кафедре промысловой океанографии РГГМУ (г. Санкт-Петербург). Материалы нового Атласа могут быть использованы специалистами рыбодобывающих флотов, научными сотрудниками, преподавателями и студентами рыбохозяйственных ВУЗов в качестве справочной информации для решения комплекса задач промысловой океанологии и в практике рыбопромысловой деятельности. Значительная часть материалов нового Атласа (за период с 1977 по 2010 гг.) в качестве отдельных разделов по ледовым условиям и рыбному промыслу в Баренцевом море вошла в Атлас климатических изменений больших морских экосистем (БМЭ) Северного полушария, созданный ММБИ и ЮНЦ РАН в 2014 г. (Матишов и др., 2014).

Положения, выносимые на защиту:

1. Период, выбранный для выявления и анализа связей между абиотическими факторами и пространственно-временной изменчивостью рыбного промысла (1977–2012 гг.) охватывает временные отрезки двух фаз климатических колебаний: окончание холодной (биоциклы 1977/78–1988/89 гг.) и современную теплую (начиная с биоцикла 1989/90 гг.), которая длится уже четверть века и, по – видимому, приближается к своему завершению.

2. В современный период потепления (1990–2012 гг.) наиболее заметные изменения в направлениях миграций и распределении концентраций трески и пикши произошли в пределах высокоширотных районов моря.

3. Выявленная обратная связь между промысловым значением высокоширотных районов Баренцева моря во втором полугодии и

аномалиями ледовитости в предшествующем промыслу первом полугодии имеет прогностический потенциал.

4. Эколого-географический анализ многолетней массовой промысловой информации дает возможность оценить изменчивость промышленного рыболовства в Баренцевом море на различных этапах климатических флуктуаций и антропогенных нагрузок.

Апробация работы. Основные результаты работы докладывались и обсуждались на: Международной научной конференции «Большие морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений (климат, ресурсы, управление)» (Ростов-на-Дону, 2007 г.); VIII Всероссийской конференции «Природа шельфов и архипелагов европейской Арктики» (Мурманск, 2008 г.); Международной научной конференции «Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки» (Мурманск, 2010 г.); Международной научной конференции «Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики» (Мурманск, 2010 г.); III, IV, V и VI Всероссийских морских научно-практических конференциях «Арктика 2010, 2012, 2014 и 2015» (Мурманск, 2010-2015 гг.); Международной научной конференции «Глобальные климатические процессы и их влияние на экосистемы арктических и субарктических регионов» (Мурманск, 2011 г.); Международной научно-практической конференции «Barents 2033» (Киркенес, Норвегия, 2012); Международных научных конференциях «Arctic Frontiers 2011», «Arctic Frontiers 2013», «Arctic Frontiers 2015», (Тромсе, Норвегия, 2011; 2013, 2015 гг.); Международной конференции «Рыболовство в Арктике: современные вызовы, международные практики, перспективы» (Мурманск, 2014 г.), Всероссийской конференции «Состояние арктических морей и территорий в условиях изменения климата» (Архангельск, 2014); Международной научной конференции «Арктическое морское природопользование в XXI веке – современный баланс научных традиций и инноваций» (Мурманск, 2015 г.).

Личный вклад автора. Автор лично принимал участие во многих научно-исследовательских и научно-промысловых экспедициях управления «Севрыбпромразведка» (СРПР) в Баренцевом, Норвежском и Гренландском морях (1978-1988 гг.) в которых, наряду с океанографическими материалами, проводил сбор и обработку рыбопромысловой информации. На протяжении 1983–2001 гг. принимал непосредственное участие в составлении ежемесячных Обзоров СРПР о промысловой обстановке в Баренцевом море и районах Атлантики, материалы которых были использованы автором в настоящей работе. В Мурманском морском биологическом институте автором создана электронная база многолетних данных по ежемесячной и межгодовой пространственной изменчивости российского промысла основных видов рыб (трески, пикши, мойвы и сайки) в Баренцевом море за 1977–2012 гг. Сформирована электронная база данных по ледовитости Баренцева моря за период 1899–2014 гг. Создана электронная база данных по ледовым условиям отдельных (локальных) частей Баренцева моря за 1977–2014 гг. Создан новый электронный «Атлас российского промысла основных видов рыб (треска, пикша, мойва, сайка) и ледовых условий в Баренцевом море за период с 1977 по 2012 гг.»

Количество и характеристика публикаций. Материалы исследований по теме опубликованы в 57 печатных работах, статьях и докладах в отечественных и зарубежных изданиях, включая 16 статей в отечественных изданиях рекомендованных перечнем ВАК, и 2 монографиях. Список литературы включает 501 источник, в том числе 120 – на иностранных языках.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения, списка литературы и приложения. Объем текстовой части (без списка литературы) составляет 310 страниц, 17 таблиц, 187 рисунков.

Благодарности. Автор выражает глубокую благодарность за помощь, ценные советы, критические замечания и консультации академику РАН Г.Г. Матишову, коллегам из Мурманского морского биологического

института профессору, д.г.н. В.В. Денисову, д.г.н. С.Л. Дженюку, профессору, д.б.н. П.Р. Макаревичу, д.б.н. Г.М. Воскобойникову, к.г.н. Г.В. Ильину, к.б.н. А.Д. Чинариной, Ю.И. Ивакиной, а также профессору, д.г.н. С.В. Бердникову (ЮНЦ РАН), д.б.н. А.В. Долгову (ПИНРО), к.г.н. В.К. Ожигину (ПИНРО).

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Основные океанографические черты экосистемы Баренцева моря и рыбный промысел

1.1. Физико-географические особенности экосистемы Баренцева моря (литературный обзор).

Дана характеристика океанографических условий Баренцева моря по литературным данным: рельефа дна; циркуляции вод; расположения основных фронтальных зон; ледовитости; климатических термохалинных характеристик.

Для баренцевоморского шельфа характерно наличие крупных возвышенностей и плато, которые отделяются друг от друга желобами. Подводные желоба очерчивают биогеографические границы и служат ориентирами местоположения продуктивных зон (Матишов и др., 1975, 1978; Матишов, 1987; Матишов и др., 1992). Сложный рельеф дна во многом определяет специфику протекания физических процессов в море. В частности, влияет на формирование системы течений, положение полярного гидрологического фронта и образование локальных фронтальных зон на склонах банок (Книпович, 1906; Березкин, 1930; Зубов, 1932; Соколов, 1932; Танцюра, 1959, 1973; Ожигин, 1989; Гидрометеорология..., 1990; Матишов Г.Г., Шабан А.Ю., Матишов Д.Г., 1992; Матишов, Волков, Денисов, 1998; Loeng, Ozhigin, Aadlandsvik, 1997).

Баренцево море относится к числу ледовитых морей с преобладанием плавучих льдов, но оно никогда не замерзает полностью из-за притока теплых атлантических вод (Зубов, 1944; Миронов, 2004). Ледовитость моря испытывает значительные межгодовые колебания, которые носят

циклический характер (Санцевич и др., 1960; Матишов, 1982а, 1987, 2008; Матишов и др., 2010 г; 2011а, б, в; Привальский, 1985; Лебедев, 1994; Алексеев, Данилов и др., 2009; Фролов и др., 2008, 2010; Бойцов, 2007, 2010; Зубакин, 2010; Хаймина и др., 2012).

Климатическое распределение термохалинных характеристик приведено по атласам ММБИ и ЮНЦ (Climatic Atlas..., 2004; Матишов и др., 2014).

1.2. Океанографические аспекты рыбного промысла в Баренцевом море

Представлен обзор работ, посвященных исследованиям океанографических условий образования и распределения промысловых скоплений основных видов рыб в Баренцевом море.

1.3. Методы картографирования распределения рыбных скоплений в Баренцевом море

Приведён обзор известных методов картографирования распределения промысловых рыбных скоплений в Баренцевом море и оценок их плотности.

Глава 2. Материалы и методы исследований

Для достижения поставленной в работе цели и выполнения поставленных задач в ходе исследований были актуализированы следующие базы данных:

1. База многолетних данных по ледовым условиям Баренцева моря;
2. База многолетних данных по температуре воды в Баренцевом море.
3. База многолетних данных по ежемесячной и межгодовой пространственной изменчивости российского рыбного промысла в Баренцевом море.

2.1. Базы многолетних ежемесячных данных по ледовым условиям и температуре воды.

Анализ особенностей распределения льдов и динамики межгодовой и сезонной изменчивости ледовитости Баренцева моря в настоящей работе

выполнен с использованием электронной базы, сформированной автором в ММБИ. База содержит временные ряды ежемесячных значений площади льда и аномалий ледовитости за 1899–2014 гг. и 456 ежемесячных карт за период 1977–2014 гг. Данные по общей ледовитости за 1899–1959 гг. были заимствованы из литературных источников (Санцевич и др., 1960; Привальский, 1985). Ежемесячные значения площади льда за 1960–1976 гг. взяты из работы, выполненной в ММБИ (Климатические..., 2000). Расчеты площадей ледяного покрова, как общей, так и локальной отдельных районов Баренцева моря, выполнены автором с помощью ГИС-программы MapViewer после оцифровки ледовых карт Национального ледового центра США (<http://nsidc.org>) за 1977–1996 гг. и обзорных ледовых карт Северного Ледовитого океана ледового центра ААНИИ (<http://www.aari.ru>) за 1997–2014 гг.

Для расчетов аномалий температуры воды по всей акватории Баренцева моря были использованы базы океанографических данных «Климатического атласа морей Арктики 2004» (Climatic Atlas..., 2004) и «Атласа климатических изменений больших морских экосистем (БМЭ) Северного полушария» (Матишов и др., 2014) содержащие более 230 тыс. станций более чем за 100 лет.

Исходные данные для расчета аномалий температуры воды на разрезе «Кольский меридиан» заимствованы с сайта ПИНРО (<http://www.pinro.ru>) и из материалов экспедиций ММБИ. Аномалии температуры воды были рассчитаны автором для слоев 0–50, 0–200, 50–200, 150–200 м за период 1951–2014 гг. на участках разреза Прибрежная ветвь Мурманского течения (ПвМт), Основная ветвь Мурманского течения (ОвМт) и Центральная ветвь Нордкапского течения (ЦвНт). Для слоя 0–200 м на участке ОвМт аномалии температуры были рассчитаны за период 1900–2014 гг.

2.2. База многолетних данных по ежемесячной и межгодовой пространственной изменчивости российского рыбного промысла в Баренцевом море.

К настоящему времени в ММБИ на основе данных, полученных путем обобщения многолетних материалов из различных источников, автором сформирована электронная база данных по географии ежемесячного промысла основных видов рыб в Баренцевом море за 1977–2012 гг.

Объемы вылова, видовой состав уловов (ежемесячные, годовые) и данные по географии отечественного промысла с 1977 по 2001 гг. взяты из ежемесячных Обзоров СРПР о промысловой обстановке в Баренцевом море и районах Атлантики.

Для построения карт и анализа промыслового значения различных участков лова за период с 2002 по 2012 гг. были использованы первичные данные мониторинга российского рыбного промысла в Баренцевом море, любезно предоставленные НПК «Морская информатика».

Материалы по годовым выловам различных стран, промысловым запасам и общим допустимым уловам (ОДУ) наиболее массовых промысловых рыб взяты из материалов сайта Международного Совета по исследованию моря (ИКЕС) (<http://www.ices.dk/marine-data/>), заимствованы из литературных источников (Экология..., 2001) и ежегодных Обзоров ПИНРО (Состояние..., с 2000 по 2014).

Для сравнительного анализа динамики годовых объемом вылова и видового состава уловов рыбопромысловых флотов России и Норвегии за последнее десятилетие использованы материалы сайта Смешанной Российско-Норвежской Комиссии по рыболовству (СРНК) (<http://jointfish.com/rus>).

2.3. Методика расчетов, анализ параметров изменчивости абиотических факторов среды и поиск связей флуктуаций океанографических условий с пространственно-временным распределением промысловых концентраций рыбы.

Анализ межгодовых и сезонных колебаний общей ледовитости Баренцева моря выполнен на основе временного ряда за период 1899–2014 гг., а для анализа локальной ледовитости в пределах отдельных (локальных) районов моря использовался ряд с 1977 по 2014 гг.

Для анализа межгодовой и сезонной изменчивости температурных условий на акватории распространения вод атлантического происхождения были использованы аномалии температуры воды, рассчитанных для слоев и участков разреза «Кольский меридиан», указанных выше в разделе 2.1. Построение полей горизонтального распределения аномалий температуры воды на акватории Баренцева моря осуществлялось с помощью прикладных программ, разработанных сотрудниками ММБИ (Голубев, Зуев, 2005).

Для характеристики ежемесячной аномальности ледовых и тепловых условий была использована методика количественной классификации (Бочков, Терещенко, 1992; Бровин, Юлин, 1990; Климатические..., 2000). В качестве объективного критерия использовалась величина среднеквадратического отклонения ледовитости и температуры воды от нормы (σ). Среднемесячные и годовые аномалии ледовитости и температуры воды сравнивались с определенными величинами среднеквадратического отклонения, и уровень аномальности оценивался по пяти градациям (табл. 2.1–2.4 в разделе 2.3 диссертации).

Расчет параметров изменчивости океанографических факторов для годового биологического цикла основных промысловых рыб Баренцева моря.

Жизнь рыб состоит из чередования в определенной последовательности событий, в своей совокупности образующих биологический цикл, тесно связанный с сезонными изменениями условий существования. Он состоит из размножения, нагула и зимовки, после которой наступает сезон нового размножения. В связи с этим расчеты параметров изменчивости основных природных абиотических факторов (термических и ледовых) были проведены для годовых биологических

циклов главных объектов рыбного промысла в Баренцевом море, рассматриваемых в данной работе (треска, пикша). В качестве годового биологического цикла для указанных выше основных представителей промысловой ихтиофауны Баренцева моря автором был выбран период с апреля текущего года по март следующего года. То есть годовой период с месяца окончания массового размножения (апрель) по месяц начала следующего через год нового размножения (март).

В результате расчетов получены ряды аномалий ледовитости и температуры воды, на основе которых были созданы календари аномалий этих параметров для годовых биологических циклов (апрель – март) по различным слоям водной толщи и для различных районов Баренцева моря.

Далее с помощью этих календарей выполнялся анализ временного распределения и повторяемости аномалий ледовитости и температуры за рассматриваемый период по выбранным градациям: холодные, экстремально холодные, теплые, экстремально теплые и нормальные по тепловым условиям биоциклы; а также: ледовитые, экстремально ледовитые, малоледовитые, экстремально малоледовитые и нормальные по ледовитости биоциклы.

Для поиска возможных связей между флуктуациями океанографических условий с пространственно-временной изменчивостью рыбного промысла, в целях минимизации погрешностей в анализируемом материале за счет изменений режимов рыболовства, в работе рассматривается период с 1977 по 2012 гг. Выбор этого периода, позволил анализировать данные по промыслу, регулируемого в рамках и на основании решений Смешанной российско-норвежской комиссии по рыболовству (СРНК, с 1976 г.). Тем самым исключены десятилетия неквотируемого промысла. К тому же имеющаяся в наличии база данных по географии рыбного промысла ограничена приведёнными временными рамками, в то же время указанный период статистически достаточен с позиций климатологии (Глобальный климат, 1987).

2.4. Методика картографирования исходных данных по географии российского рыбного промысла и дифференцированная оценка пространственного распределения промысловых скоплений рыбы в Баренцевом море в 1977–2012 гг.

При картографировании участков работы рыбодобывающего флота за основу была выбрана карта промысловых районов Баренцева моря (ГУНиО МО СССР, по заказу ГУ «Севрыба», 1974), разбитая на промысловые квадраты размером 10 минут по широте и 30 минут по долготе.

Картографирование было осуществлено с применением ГИС технологий. В нашем случае использовалась ГИС-программа MapViewer, которая позволяет создавать и хранить в отдельных слоях карты информацию за необходимый период времени. Всего на оцифрованной сетке квадратов Баренцева моря было привязано и визуализировано 165460 промысловых квадратов, в которых велся лов наиболее массовых видов рыб (трески, пикши, мойвы и сайки). Все карты, нового Атласа, построены автором в конической проекции Albers Equal Area Conic.

Для оптимизации применения в рыбопромысловой практике результатов, полученных в ходе наших исследований, была проведена дифференцированная оценка пространственного распределения плотности рыбных концентраций. В этих целях для всех промысловых квадратов, в которых велся лов, была вычислена плотность скоплений рыбы в тоннах на кв. милю.

В процессе формирования базы данных по географии российского рыбного промысла автором было создано более 900 карт, характеризующих изменяющуюся картину распределения отечественного рыбного промысла на акватории Баренцева моря для каждого месяца за рассматриваемый период.

После дополнительной обработки, заключавшейся в создании и добавлении новых тематических слоев (рельеф дна, ледовая обстановка и т.д.) комплекты из 903 ежемесячных и 108 годовых карт были сведены в новый электронный «Атлас российского промысла основных видов рыб

(треска, пикша, мойва, сайка) и ледовой обстановки в Баренцевом море в 1977–2012 гг.»

Для выявления наиболее общих пространственно-временных закономерностей изменчивости основных путей миграций и распределения промысловых скоплений на акватории Баренцева моря в течение рассматриваемых десятилетий были построены матрицы ежемесячного промыслового значения выбранных контрольных участков (в процентах от общего отечественного месячного вылова трески и пикши в Баренцевом море). Результаты анализа матриц приведены в главе 4 диссертации.

Глава 3. Климатические и сезонные флуктуации океанографических характеристик в Баренцевом море.

3.1. Изменчивость теплового состояния вод Баренцева моря.

Анализ полученных в результате расчетов аномалий температуры воды в слое 0–200 м на участке ОвМг разреза «Кольский меридиан» показывает, что за последние 115 лет (1900–2014 гг.) здесь наблюдалось несколько периодов похолоданий и потеплений различной продолжительности. В целом на протяжении указанного периода выделяются четыре длиннопериодные квазитридцатилетние фазы, на которые накладываются более высокочастотные колебания, в основном, продолжительностью 9–11, 5–7 лет и 2–3 года.

Вместе с тем период 1951–2014 гг., для которого имеются данные по всем слоям и участкам разреза «Кольский меридиан», в целом представляет собой 60-летний цикл, состоящий последовательно из холодной и теплой фаз. При этом если начало холодной фазы на разных участках и в разных слоях варьирует между 1956 и 1963 гг., то ее одновременное окончание (1988 г.) четко прослеживается по всему разрезу и во всех слоях.

Период 1977–2012 гг., выбранный для поиска и анализа связей характеристик изменчивости океанографических условий с динамикой промысловых запасов, можно разделить на две крупные части: окончание

квазитридцатилетней холодной фазы (биоциклы 1977/78–1988/89 гг.) и современную теплую, которая длится уже четверть века и, по-видимому, приближается к своему завершению.

3.2. Межгодовые и сезонные флуктуации ледовых условий Баренцева моря.

Межгодовая изменчивость общей ледовитости Баренцева моря

Результаты выполненных расчетов свидетельствуют о значительных флуктуациях ледовых аномалий Баренцева моря на протяжении последних 116 лет. В целом весь рассматриваемый отрезок времени можно разделить на четыре больших фазы. Так, в течение первых трех десятилетий прошлого столетия за исключением нескольких лет общая ледовитость превышала норму (средняя положительная аномалия для этого периода составила 12%). В отдельные годы аномалии достигали значений, превышающих 20%. В последующее тридцатилетие (1930–1961 гг.) в Баренцевом море происходило уменьшение площади морских льдов до минимальных значений в 1954–1956 гг. Так, при средней для этого периода аномалии минус 4%, в 1954–1956 гг. отрицательные аномалии ледовитости достигали 14–15%. Ярко выраженными промежутками экстремального развития ледовых процессов в Баренцевом море за последние полвека стали периоды увеличения ледовитости 1962-1969, 1978-1982 гг. и аномального уменьшения площади льда 2000-2014 гг.

Расчеты параметров ледовитости, выполненные для биоциклов последних трех с половиной десятилетий показали, что в этот период наблюдались значительные межгодовые флуктуации ледовых аномалий с размахом межгодовых изменений площади льда в море, достигающим 36 %.

На протяжении последних 20 биоциклов прошлого века наиболее суровые ледовые условия наблюдались на рубеже 1970–1980-х годов. После чего происходило постепенное уменьшение общей ледовитости Баренцева моря. Анализ повторяемости аномалий ледовитости с месячной

дискретностью показал, в целом в этот период преобладали положительные среднемесячные ледовые аномалии (рис. 1).

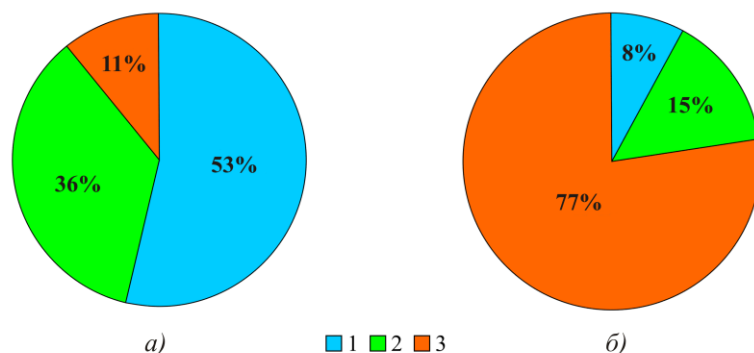


Рис. 1. Повторяемость различных типов среднемесячных аномалий общей ледовитости Баренцева моря для биоциклов 1977/78–1999/2000 (а) и 2000/01–2013/14 (б) гг.

Типы аномалий: 1 – положительные, 2 – около нормы, 3 – отрицательные

В течение первых 14 биоциклов XXI века состояние экосистемы Баренцева моря характеризуется высоким теплосодержанием вод и доминированием отрицательных ледовых аномалий. В этот период повторяемость среднемесячных отрицательных ледовых аномалий достигла почти 80 %, в то время как доля положительных аномалий составила менее 10 % (рис. 1).

Основные особенности ледового режима различных районов Баренцева моря

В соответствии с географическим положением, рельефом дна, преобладающими морскими течениями и воздушными переносами в различных районах Баренцева моря имеются свои особенности ледового режима (Головин, 1965; Горбацкий, 1979; Миронов, 2004). В настоящей работе локальные особенности ледовых условий рассматриваются в выделенных автором (Жичкин, 2012) четырех крупных однородных по физико-географическим признакам районах: северо-западный (СЗ), северо-восточный (СВ), юго-западный (ЮЗ) и юго-восточный (ЮВ) (рис. 2).

В целом, результаты исследования региональных особенностей динамики ледовых условий на акватории Баренцева моря за рассматриваемый период (1977–2014 гг.) показали, что в пределах акватории

Баренцева моря наиболее ледовитыми являются три из четырех выделенных районов (СЗ, СВ и ЮВ). Роль юго-западного района в формировании общей ледовитости моря весьма мала.

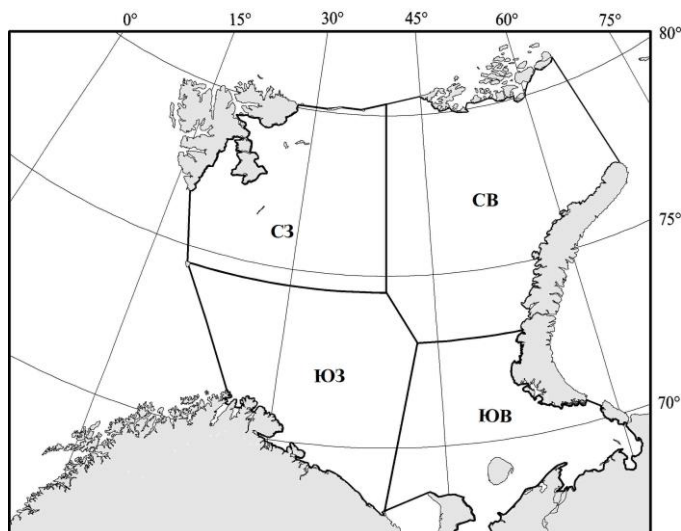


Рис. 2. Однородные ледовые районы Баренцева моря (Жичкин, 2012).

По нашим расчетам ранее других наступление максимальной ледовитости наблюдается в СЗ районе и приходится на февраль. В СВ и ЮВ районах максимальная ледовитость наблюдается в апреле.

Сравнительный анализ показал, что динамика локальной ледовитости выделенных районов отличается как между собой, так и относительно общей ледовитости моря. Наибольшие отличия прослеживаются между изменчивостью общей ледовитости и локальной ледовитости юго-восточного района. Вместе с тем, анализ расчетов показал, что существует устойчивая обратная зависимость между удельной ледовитостью отдельных районов моря. Наиболее ярко эта связь проявляется в зимний период (декабрь-февраль) между СЗ и ЮВ районами ($r = -0.84$), а в период таяния и разрушения льда – между СЗ и СВ районами ($r = -0.77$).

Глава 4. Влияние изменчивости океанографических условий на рыбный промысел в Баренцевом море

4.1. Влияние флуктуаций теплового состояния вод

4.1.1. Влияние изменчивости теплового состояния вод на распределение промысловых скоплений и рыболовство.

Треска и пикши. Наши исследования показали значительное влияние пространственно-временного распространения и повторяемости аномалий температуры воды за рассматриваемый период на изменчивость межгодового и сезонного распределения скоплений главных объектов донного промысла северо-восточной арктической трески и северо-восточной арктической пикши.

Анализ полученных в результате расчетов аномалий температуры воды в Баренцевом море за 1977–2012 гг. показал, что одним из наиболее ярко выраженных промежутков экстремальных океанографических условий в Баренцевом море стал период аномального похолодания 1977–1982 гг. Результаты анализа работы промыслового флота за последние три с половиной десятилетия (до 60–80 судов ежемесячно) показали, что с похолоданием водных масс в Баренцевом море изменялись пути миграции трески (Жичкин, 2009, 2011). Из материалов нашего Атласа следует, что в экстремально холодный период 1977–1982 гг. пути миграций нагульных скоплений трески были направлены преимущественно в восточном направлении. Однако, далее Мурманского мелководья и западного склона Северо-Канинской банки промысловые скопления трески не продвигались.

С наступлением теплой фазы климатических колебаний с начала 1990-х годов XX века произошло перераспределение основных миграционных потоков трески. Акватория лова расширилась как в восточном, так и в северном направлениях.

На востоке скопления нагульной трески в сентябре – октябре достигали прибрежных вод Новой Земли между 70–74° с.ш. Однако, основной миграционный поток был направлен в северном направлении вплоть до 79°

с.ш. (район Надежды, Возвышенность Персея), а в 2011–2012 гг. промысловые скопления трески распространились до 81° с.ш. (к северу от о-ва Западный Шпицберген). При этом до середины 1980-х годов (в пределах рассматриваемого периода) промысел трески на акватории северной половины моря (севернее 75° с.ш.) практически отсутствовал. Постепенно промысловое значение (удельный вес по вылову) высокоширотных районов возрастало и в 2005–2012 гг. удельный вес этих участков во втором полугодии достигал 45–70% от всего российского вылова трески в Баренцевом море (Жичкин, 2012). Здесь в августе – ноябре последних двух десятилетий отечественный флот ведет широкомасштабный успешный промысел трески на широкой акватории

Анализ теплового состояния вод и результатов работы промыслового флота в высокоширотных районах показал, что существует прямая зависимость промыслового значения этих районов в августе – ноябре второго полугодия от температуры воды в феврале – марте предшествующего промыслу полугодия (рис. 3).

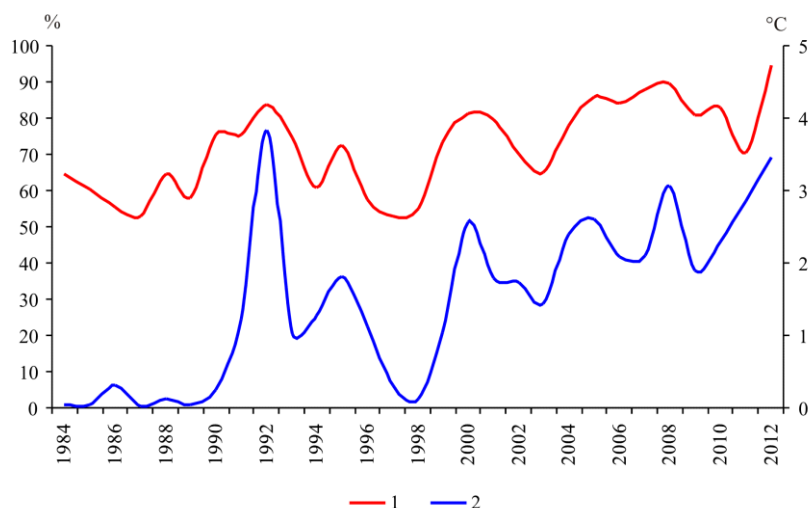


Рис. 3. Температура воды (°С) в слое 0-200 м на разрезе «Кольский меридиан» в феврале-марте (1) и промысловое значение (%) высокоширотных районов (севернее 75° с.ш.) Баренцева моря в августе-ноябре (2)

Коэффициент корреляции между средними за февраль – март аномалиями температуры воды в слое 0–200 м на участке ОвМт разреза «Кольский меридиан» и промысловым значением высокоширотных районов Баренцева моря в августе-ноябре того же года составил 0.82.

Подобно треске пикша чутко реагирует на флуктуации природных условий, в частности, на изменения теплового состояния водных масс.

Анализ результатов вычислений и матриц удельного веса различных районов показал, что наибольшая промысловая значимость районов промышленного лова пикши в холодный промежуток 1985–1988 гг. наблюдалась на достаточно ограниченной акватории на юге Баренцева моря.

С наступлением теплой фазы климатических колебаний с начала 1990-х годов XX века начали отмечаться выходы скоплений пикши на склоны Северо-Канинской и Гусиной банок, где до этого пикша в уловах присутствовала в очень малых количествах. Дальнейшее увеличение промысловой значимости этой акватории в вылове пикши затормозило краткое похолодание 1997–1998 гг. Однако, в течение первой декады XXI века удельный вес этого района в общем объеме отечественной добычи пикши по всему морю постоянно возрастал и достиг максимального значения в 2007 г. (рис. 4). С проявлением в последовавшие после этого годы тенденции к похолоданию вод удельный вес вылова пикши на Северо-

Канинской и Гусиной банках значительно снизился.

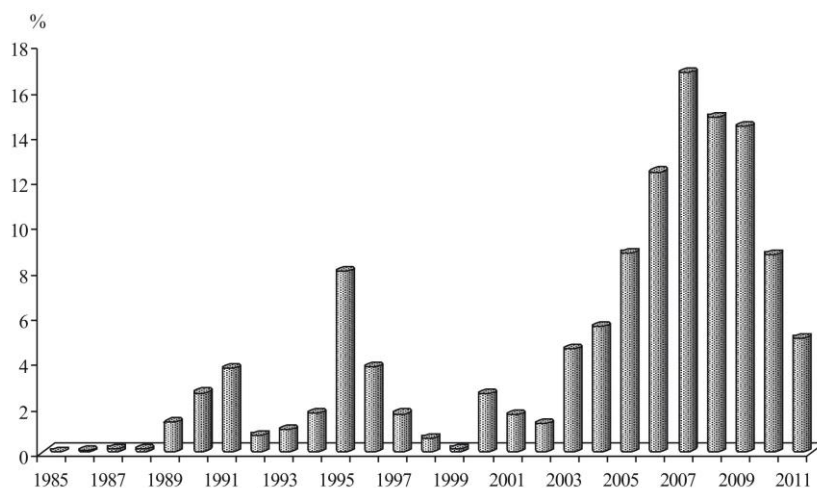


Рис. 4. Удельный вес района (%) Северо-Канинской и Гусиной банок в общем отечественном вылове пикши в Баренцевом море в 1985–2011 гг.

Вместе с тем начиная с 2001 г. происходило расширение участков промысла в северном направлении в район архипелага Шпицберген, что

привело к увеличению доли вылова в этом районе. Хорошее состояние промыслового запаса пикши и повышенное теплосодержание вод моря обусловили в 2009–2012 гг. повторение уникальной ситуации, наблюдавшейся в 1975 г., когда успешная добыча пикши в осенний период велась в районе Западного Шпицбергена между 79 и 80° с.ш. В 2012 г. удельный вес района Западный Шпицберген в общем объеме российского вылова пикши по всему морю достиг 23 %.

Успешность лова во многом определяется состоянием промысловых запасов рыб. Исследования многих авторов (Кисляков, 1961; Ижевский, 1961, 1964; Елизаров, Борисов, 1989; Ожигин и др. 1999; Треска..., 2003; Loeng, 1989 и другие) показали, что тепловое состояние водных масс существенно влияет на формирование промысловых запасов трески и пикши, особенно, в первые годы жизни. Благоприятные условия окружающей среды в год появления на свет нового поколения рыбы определяют обильность пополнения промыслового запаса через три – четыре года, когда треска и пикша достигают промысловых размеров и пополняют промысловое стадо. При этом немаловажное значение для выживания нового поколения трески и пикши имеют условия среды во время зимовки (И. Пономаренко, 1978, 1984).

Для выявления тесноты связей между изменчивостью океанографических условий и динамикой формирования промысловых запасов трески и пикши на протяжении рассматриваемого периода биоциклов (1977/78–2011/12 гг.) автором был выполнен корреляционный анализ.

В результате расчетов была установлена существенная прямая зависимость между аномалиями температуры воды на вековом разрезе «Кольский меридиан» и годовыми промысловыми запасами трески и пикши. При этом коэффициенты корреляции достигают наибольшей величины при временном сдвиге в 3–4 года (рис. 5).

Коэффициенты корреляции между запасами трески и аномалиями температуры воды по слоям на разных участках разреза составили от 0.78 до

0.88 (табл. 1). Наиболее тесная связь выявлена между запасом трески и аномалией температурой воды на участке ЦвНт в слое 150–200 м ($r=0.88$).

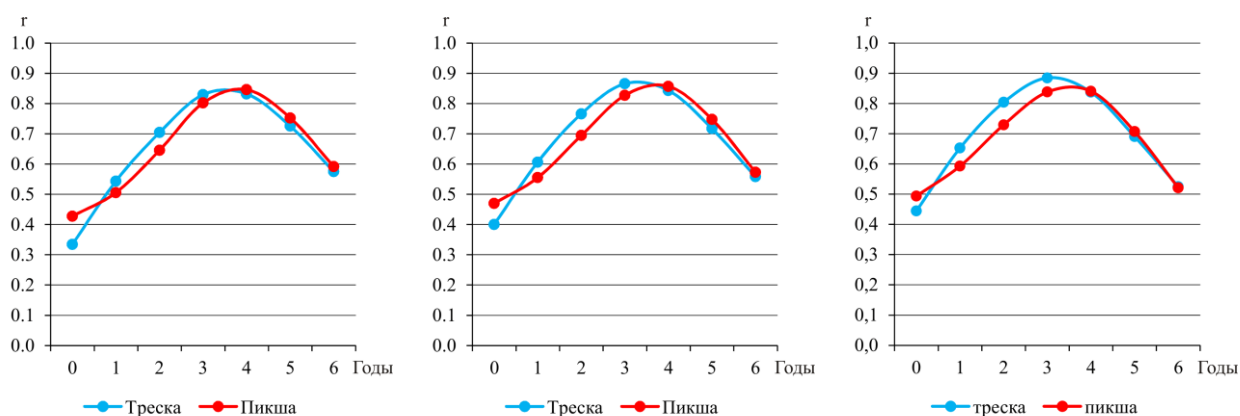


Рис. 5. Изменение коэффициента корреляции (r) между аномалией температуры воды на участке ЦвНт разреза «Кольский меридиан» в слое 0-50 (слева), 0-200 (в центре), 150-200м (справа) и промысловыми запасами трески и пикши в Баренцевом море (биоциклы 1977/78–2011/12 гг.) в зависимости от временного сдвига.

Коэффициенты корреляции между промысловыми запасами пикши и аномалиями температуры в различных слоях и на разных участках разреза составили от 0.77 до 0.86. Наиболее тесная связь обнаружена между запасами пикши и аномалиями температуры воды на участке ЦвНт разреза «Кольский меридиан» в слое 0–200 м ($r=0.86$).

Таблица 1.

Коэффициенты корреляции между аномалией температуры воды на различных участках разреза «Кольский меридиан» в слое 0–50, 0–200, 150–200 м и промысловыми запасами трески и пикши в Баренцевом море (биоциклы 1977/78–2011/12 гг.).

Ветви течений	Слой, м	Треска		Пикша	
		Временной сдвиг, годы			
		3	4	3	4
		Коэффициенты корреляции			
ПвМт	0–50	0,79	0,81	0,75	0,84
	0–200	0,80	0,80	0,76	0,83
	150–200	0,79	0,78	0,75	0,81
ОвМт	0–50	0,78	0,79	0,75	0,84
	0–200	0,80	0,78	0,77	0,83
	150–200	0,80	0,76	0,76	0,79
ЦвНт	0–50	0,83	0,83	0,80	0,85
	0–200	0,87	0,84	0,83	0,86
	150–200	0,88	0,84	0,84	0,84

Вместе с тем в результате расчетов была выявлена существенная прямая связь между тепловыми условиями во время дрейфа личинок и ранней молоди, а также первой зимовки и промысловыми запасами трески и пикши со сдвигом 3–4 года.

Так, во время дрейфа ранней молоди наиболее тесная связь обнаружена между запасами трески и пикши и температурой воды в сентябре на участке 33–39° в.д. широтного разреза между о. Медвежий и арх. Новая Земля в слое сезонного термоклина 30–75 м ($r = 0.79$ для трески и $r = 0.74$ для пикши, при $n=33$, сдвиг 3 года).

Во время первой зимовки наиболее тесная связь обнаружена между запасами трески и пикши и аномалиями температуры воды в декабре – апреле на участке ЦвНт разреза «Кольский меридиан» в слое 150–200 м ($r = 0.87$ для трески и $r = 0.88$ для пикши, при $n=32$, сдвиг 4 года).

Существование прямой положительной статистически значимой связи изменений состояния промзапасов трески и пикши с тепловым состоянием вод Баренцева моря свидетельствует о том, что обильные в год рождения поколения дают большое пополнение в промысловое стадо, а бедные поколения дают малое пополнение. Таким образом, тепловое состояние вод на разрезе «Кольский меридиан» в год рождения нового поколения трески и пикши могут служить индикатором величины их промыслового запаса, который будет в Баренцевом море спустя 3–4 года.

При этом следует отметить, что температура воды на участке Мурманского течения разреза «Кольский меридиан» используется при прогнозах численности поколений трески (Бойцов, 2005, 2009).

Мойва.

Значительное влияние климатические флуктуации также оказывают на изменение сроков начала миграций к местам откорма важного объекта промысла и одного из существенных элементов пищевых цепей в Баренцевом море – мойвы (Ожигин, Терещенко, 1989).

Анализ карт нашего Атласа за 1977–2012 гг. показал, что районы нагула мойвы не остаются постоянными и меняются год от года в зависимости от теплового состояния водных масс Баренцева моря. В холодные годы основной промысел нагульной мойвы велся в северо-западных и северных районах, а в теплые значительное количество рыбы проходило в восточные районы моря. Так, в аномально холодный период 1980–1981 гг. основные нагульные и зимовальные концентрации распределялись на акватории района Надежды, Центральной возвышенности, Возвышенности Персея и в Зюйдкапском желобе.

В теплом 1992 г. нагульные скопления мойвы продвинулись гораздо восточнее, основными районами промысла в сентябре – декабре были юго-восточная часть возвышенности Персея, Новоземельская банка и район п-ова Адмиралтейства.

Анализ распределения преднерестовых и нерестовых концентраций мойвы показал, что в холодные 1980–1982 гг. нерестовые подходы мойвы наблюдались у берегов Норвегии, основной нерест проходил у побережья п-ова Варангер и в районе Сёре и Фулей банок. В отечественных прибрежных водах массового нереста мойвы не отмечалось.

Положительные аномалии температуры воды, напротив, способствовали более массовым подходам скоплений мойвы к побережью Кольского полуострова. Так, в феврале – марте теплого 1992 г. наблюдался один из наиболее восточных подходов преднерестовых скоплений мойвы к берегам Мурмана. Подобная ситуация наблюдалась и в теплые годы последнего пятилетия рассматриваемого в работе периода, например в марте 2009 г.

Сайка.

Анализ материалов нашего Атласа показал, что распределение промысловых скоплений сайки тесно связано с изменениями температуры воды. Чем сильнее в осенне-зимние месяцы охлаждались воды в Баренцевом

море, тем дальше на запад и юг от побережья Новой Земли отходила сайка. Так, например, по данным нашей базы промысла сайки в холодном 1998 г. ее лов велся на южном склоне Гусиной банки и у о-ва Колгуев, а в теплом 2007 г. промысел сайки проходил в прибрежных водах Новой Земли (район п-ова Адмиралтейства) и на акватории, прилегающей к проливу Карские Ворота.

4.1.2. Изменчивость количественного и качественного (видового) состава российского вылова в различные по тепловым условиям периоды.

Влияние климата, и прежде всего температурных колебаний, играет одну из решающих ролей в формировании структуры и видового состава экосистем Баренцева моря. При этом популяции морских рыб активно реагируют на климатические колебания изменениями ареалов и путей миграций (Ожигин, Терещенко, 1986; Матишов, 2001; Треска..., 2003; Макаревич, Ишкулов, 2010).

По видовому составу в холодный период (1977–1982 гг.) в общем российском вылове по нашим расчетам преобладала мойва (67 %). В эти годы основные промысловые скопления нагульной мойвы распределялись в северо-западных и северных районах. Суммарная доля таких ценных видов рыб как треска и пикша составляла менее 20 %. Вместе с тем в этот период была заметна доля морских окуней.

В течение теплого периода с 2009 по 2012 гг. видовой состав уловов претерпел значительные изменения. Как показали расчеты, в среднем на этом отрезке времени более половины объема российских уловов составляла треска (53 %). По сравнению с рассмотренным выше холодным периодом значительно возросла доля пикши (с 2 до 23 %), заметными в общем объеме стали уловы зубаток и более теплолюбивой сайды. Вместе с тем доля мойвы в общем вылове снизилась в несколько раз и составляла всего около 14 %.

При этом в теплый период наибольшее количество нагульной трески наблюдалась в высокоширотных районах моря (Возвышенность Персея и Район Надежды), где доля ее в общем российском вылове в этих районах

достигала 95–98 %. В преднерестовый и нерестовый период значительная доля отечественного вылова трески была в районах у северного побережья Норвегии (Маланг, Фулей банки – от 60 до 75 %).

4.2. Влияние изменчивости ледовых условий

Межгодовые и внутригодовые колебания ледовых условий тесно связаны с температурой морских вод и четко реагируют на ее изменения. В целом изменение ледовитости в течение рассматриваемого периода представляет собой почти зеркальное отражение изменчивости теплового состояния водных масс моря. Анализ материалов упомянутых выше баз данных показал, что связь колебаний промыслового значения (удельного веса) различных участков лова и динамики промысловых запасов существует не только с температурой водных масс, но и с ледовыми условиями.

Как упоминалось выше, с наступлением теплой фазы климатических колебаний на рубеже 1980–1990-х годов XX века наиболее заметные изменения в направлениях миграций и распределении промысловых концентраций трески происходили в пределах высокоширотных районах моря (севернее 75° с.ш).

Для выявления тесноты связей между ледовитостью и промысловым значением (удельным весом) высокоширотных районов моря было использовано районирование акватории Баренцева моря по однородным ледовым районам, приведенным в предыдущей главе. В результате выполненных расчетов была выявлена существенная обратная связь между удельным весом высокоширотных районов в вылове трески во втором полугодии и ледовитостью в локальных ледовых районах СЗ и СВ (СЗ+СВ) в предшествующем промыслу первом полугодии (рис. 6).

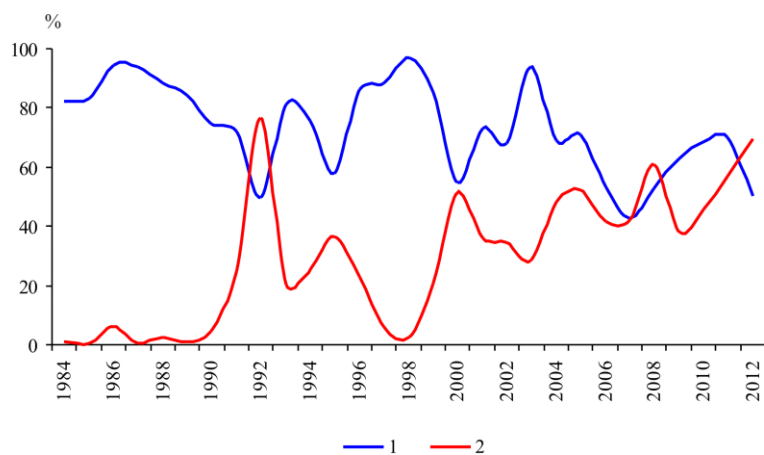


Рис. 6 Динамика ледовитости (%) в марте-апреле (1) и промыслового значения (%) высокоширотных районов Баренцева моря в августе-ноябре (2)

Коэффициент корреляции между средней суммарной ледовитостью районов СЗ и СВ (СЗ+СВ) за март – апрель предшествующего полугодия и промысловым значением высокоширотных районов в августе – ноябре оказался равным -0.81 . При этом более тесная связь обнаруживается между удельным весом рассматриваемой акватории и локальной ледовитостью северо-восточного участка СВ ($r = -0.82$), а коэффициент корреляции между промысловым значением рассматриваемого района и ледовитостью участка СЗ составил величину -0.75 .

Вместе с тем, в результате расчетов была выявлена значимая обратная связь между величиной промысловых запасов трески и пикши и ледовитостью Баренцева моря, как общей, так и локальной в выделенных однородных районах моря со сдвигом в 3 года (рис. 7).

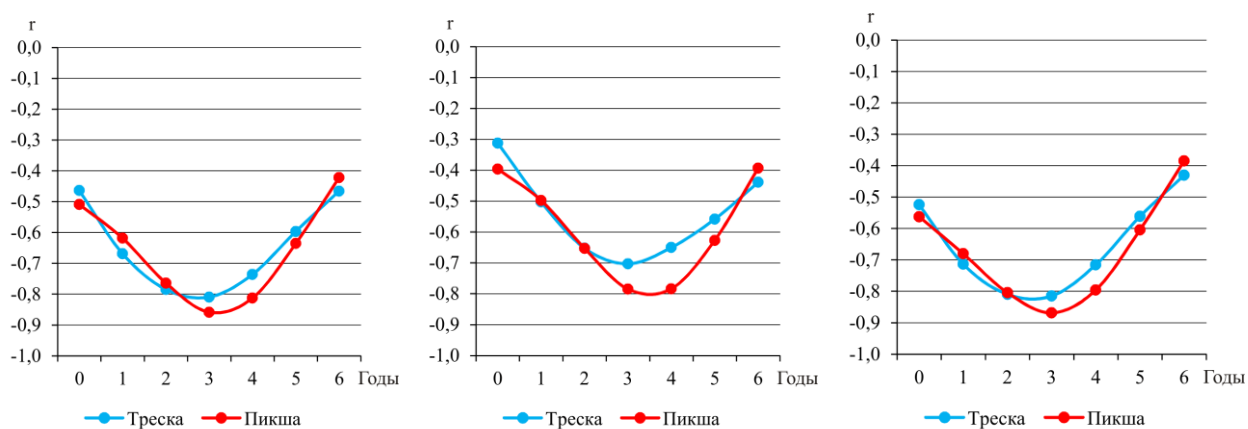


Рис. 7. Изменение коэффициента корреляции (r) между общей ледовитостью (слева), локальной ледовитостью в районе СЗ (в центре), СВ (справа) и промзапасами трески и пикши в Баренцевом море (биоциклы 1977/78–2011/12 гг.) в зависимости от величины временного сдвига.

Наиболее существенная связь обнаружена между промышленными запасами трески и пикши и локальной ледовитостью района СВ (рис. 8, табл.2).

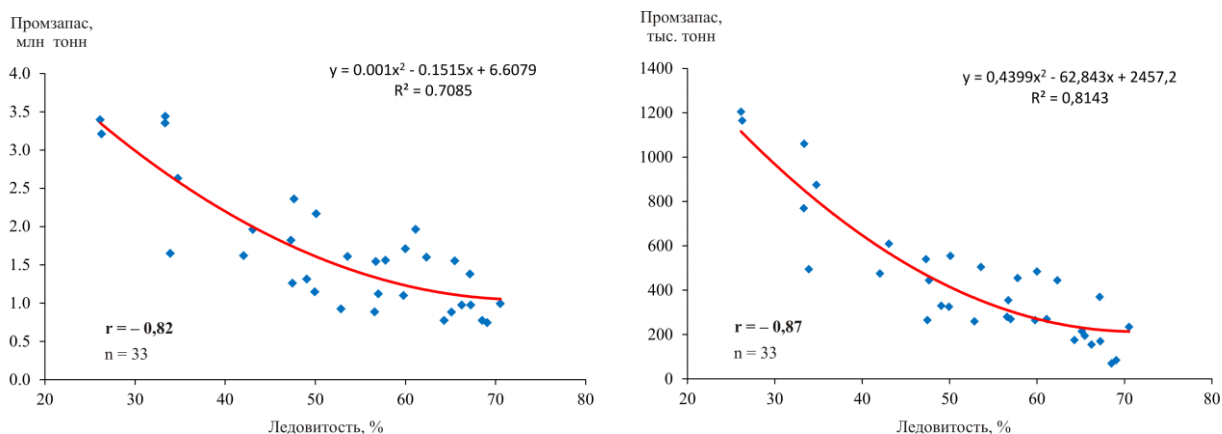


Рис 8. Связь величины промышленного запаса трески (слева) и пикши (справа) с локальной ледовитостью района СВ (%) в Баренцевом море (биоциклы 1977/78–2011/12 гг.) (сдвиг 3 года).

Таблица 2.
Коэффициенты корреляции между ледовитостью и промышленными запасами трески и пикши в Баренцевом море (биоциклы 1977/78–2011/12 гг.) со сдвигом 3 года.

Ледовитость	Треска	Пикша
Общая	-0,81	-0,86
Локальная района СЗ	-0,70	-0,78
Локальная района СВ	-0,82	-0,87
Локальная района ЮВ	-0,58	-0,57

Вместе с тем в результате расчетов была выявлена существенная обратная связь промышленных запасов трески и пикши с ледовыми условиями во время первой зимовки со сдвигом в три года. Наиболее тесная связь обнаружена между запасами трески и пикши и аномалиями локальной ледовитости района СВ в декабре – апреле ($r = -0.84$ для трески и $r = -0.87$ для пикши, при $n=33$). Наименьшая теснота связи наблюдается между запасами трески и пикши и аномалиями локальной ледовитости в декабре-апреле района ЮВ ($r = -0.53$ для трески и $r = -0.50$ для пикши).

Из выше изложенного можно сделать вывод о возможности использования показателей ледовитости наряду или вместо температуры (по крайней мере, в отношении трески и пикши) при отсутствии или недостатке данных по термике водных масс, т.е. ледовитость в текущем году (биоцикле) может служить показателем величины пополнения промыслового стада и индикатором промыслового запаса через 3–4 года. Наиболее предпочтительным индикатором является локальная ледовитость СВ района Баренцева моря.

4.3. Влияние других природных факторов

Влияние течений и рельефа дна

Жизненный цикл ихтиофауны Баренцева моря тесно связан с системой теплых течений, формирование которой в первую очередь определяет рельеф дна (Матишов и др., 1978; Матишов, 1987; Матишов и др., 1992). Наиболее мощными и устойчивыми течениями являются Норвежское, Шпицбергенское, Нордкапское, Мурманское, Новоземельское.

Течения обеспечивают перенос икры и мальков из районов нереста в районы их дальнейшего развития, служат ориентиром для миграции половозрелой рыбы к местам нереста, способствуют формированию скоплений кормовых организмов, определяют условия среды в районах зимовки и нагула (Треска, 2003). Так, например, миграции трески и пикши на юго-востоке Баренцева моря проходят вдоль омываемых теплыми водами склонов Гусиной, Северо-Канинской и других банок. Характерен при этом заход трески, пикши, зубатки в глубоководные желоба (Гусиный, Канинский, Молера, Норд – Дьюпет, Зюйд – Дьюпет) между банками, представляющими собой своеобразные водоводы теплых струй Нордкапского течения (Матишов, 1987). Чем оно интенсивнее, тем дальше по желобам проходит рыба и чаще заходит в те из них, которые избегает в холодные гидрологические годы.

В экстремально холодный период 1979–1981 гг. наибольший удельный вес вылова трески наблюдался в районе Мурманской низменности и желобе

Норд – Дьюпет (37 и 19 % соответственно, в сумме 56 %). В теплые 2008–2011 гг. в период нагула (август – ноябрь) наибольший удельный вес вылова трески наблюдался в северных и северо-западных районах Баренцева моря в районе желоба Персея и в северной части Медвежинского желоба (18 и 25 % соответственно, в сумме 43%). В южной части моря наибольший удельный вес вылова трески наблюдался в Гусином желобе (более 12 %).

Пикша в холодный промежуток 1985–1988 гг. концентрировалась в основном в районе Мурманской низменности и в желобах Зюйд – Дьюпет и Норд – Дьюпет (в сумме удельный вес участков составил 54 %). С наступлением теплого периода наиболее плотные скопления рыбы были приурочены к желобам, расположенным на западных склонах арх. Шпицберген и Медвежинской банки (в сумме удельный вес участков составил 30 %).

Влияние сейсмической активности на распределение рыбных скоплений

В зонах повышенной сейсмической активности дна моря существенное влияние на распределение и плотность рыбных скоплений могут вносить факторы, обусловленные сейсмострессом рыб и повышением концентрации в воде метана и других литосферных газов, выделяющихся из недр вследствие нарушения землетрясениями сплошности покрова дна над газовыми структурами. Так, например, исследованиями ВНИРО в Азовско-Черноморском бассейне было установлено снижение в сейсмоактивные годы численности популяций рыб в 2–10 раз и добычи мидий в 3 раза (Люшвин и др., 2006).

В первой декаде XXI века на шельфе Баренцева моря зафиксировано два сильных землетрясения, произошедшие, на северо-востоке Зюйдкапского желоба (2003 г.) и в районе пролива Стур-фьорд (2008 г.). 21 февраля 2008 года в Стур-фьорде произошло самое мощное за последние 100 лет инструментальных наблюдений на шельфе Баренцева моря землетрясение магнитудой 6.1, после которого в течение двух лет в проливе продолжалась

интенсивная афтершоковая активность. Судя по структуре временного ряда мелкофокусных землетрясений, тектонические подвижки в недрах сопровождались интенсивной дегазацией морского дна и грязевым вулканизмом на дне пролива Стур-фьорд (Баранов, Виноградов, 2010).

В этой обстановке неизбежно должна была произойти перестройка донных аэробных эконозов и резкое уменьшение количества рыбных концентраций в эпицентральной зоне. Подтверждением данного предположения являются результаты проведенного нами анализа распределения и плотности скоплений трески на северо-западе Баренцева моря в 2001–2012 гг. Сопоставление пространственных картин сейсмической активности и распределения промысловых скоплений трески в Зюйдкапском желобе и проливе Стур – фьорд показало, что после землетрясений наиболее продуктивные промысловые участки располагались на периферии сейсмоактивной зоны. В этой особенности изменения конфигураций промысловых площадей можно усмотреть стремление рыб уйти из сейсмострессовых акваторий.

Таким образом, установлено влияние сейсмичности на распределение и плотность рыбных концентраций в Баренцевом море. Поэтому при планировании рыбопромысловой деятельности в Баренцевоморском бассейне в периоды повышения сейсмической активности, возможно, следует принимать во внимание и этот природный фактор.

Глава 5. Эколого-географические аспекты промышленного рыболовства в Баренцевом море

5.1. Основные объекты российского рыбного промысла в Баренцевом море

Как отмечалось выше, в Баренцевом море главным объектом промысла является северо-восточная арктическая треска.

Изучением распределения промысловых скоплений трески и особенностей ее сезонных миграций занимались многие ученые. Большое

значение изучению миграций трески придавал Н.А. Маслов. В результате изучения хода промысла, а также массового мечения в течение 30-х годов Н.А. Масловым была составлена подробная схема сезонных миграций трески (Маслов, 1944). Впоследствии эта схема дополнялась и уточнялась с учетом особенностей последующих лет (Константинов, 1957; В. Пономаренко, 1960; Марти, 1980; И. Пономаренко, Лебедь, Ярагина, 1985 и др.). Было установлено, что наибольшая протяженность миграций наблюдается у самой крупной половозрелой трески (Шевелев, Терещенко, Ярагина, 1987; Lebed, Ponomarenko, Yragina, 1983).

Отечественный промысел трески изучается на протяжении многих лет и широко освещен в научной литературе (Маслов, 1939, 1944, 1961, 1968; Константинов, 1964, 1967, 1977; В. Пономаренко, 1965, 1968, 1969; Бенко, В. Пономаренко, 1972; Ярагина, Лебедь, Шевелев, 2003; Васильев, Куранов, 2009 и др.).

Одним из основных представителей промысловой ихтиофауны в экосистеме Баренцева моря является северо-восточная арктическая пикша. Изучению жизненного цикла, влияния условий среды на пикшу посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных авторов (Расс, 1931; Шмит, 1936, 1937; Зацепин, 1939; Алеев, 1944; Маслов, 1952, 1960; Цееб, 1958, 1960, 1964; Бараненкова, Хохлина, 1967; Федоров, 1967; Сони́на, 1967, 1973, 1977; Lundbeck, 1939; Saetersdal, 1957; Sonina, 1969; Solemdal et al., 1989).

Регулярный отечественный траловый промысел пикши в Баренцевом море начал развиваться только в 1920-х гг. (Книпович, 1925). С 1925 г. траловый промысел производится круглогодично (Берг, 1934; Маслов, 1952; Сони́на, 1977; Лепесевич, 1999; Альби́ковская, Балякин, 2009).

Важным объектом промысла и одним из существенных элементов пищевых цепей в Баренцевом море является мойва. Стадо мойвы Баренцева моря хорошо изучено и освоено советским (российским) и норвежским промыслом (Мартинсен, 1933; Расс, 1938; Прохоров, 1957, 1963, 1965;

Хохлина, 1957; Низовцев, 1966; Константинов, 1967; Бенко, Пономаренко, 1972; Бенко, 1977; Лука, 1977; Родин, 1983, 1990; Алексеев, 1986; Ушаков, 2000; Борисов и др., 2001; Орлова, Оганин, Долгов, и др., 2006; Ушаков, Прозоркевич, 2009; Прозоркевич, Ушаков, 2011; Moller, 1962; Olsen, 1968; Ozhigin, Luka, 1985; Tjelmeland, 1985; Ushakov, 1991; Dolgov, 2002).

Наиболее массовым представителем арктической ихтиофауны в морях Северного Ледовитого океана является сайка (Печеник и др., 1973; В. Пономаренко, 1977, 2000; Сайка..., 2013). В начале 1970-х гг. промысел сайки вели советские и норвежские рыбаки, с 1974 г. ее продолжали ловить только советские. Высокая степень эксплуатации и отсутствие урожайных поколений привели популяцию сайки к середине 1980-х гг. в депрессивное состояние (Боркин и др., 1987). В последние годы (с 2011 г.) общий запас сайки имеет тенденцию к снижению. Это, вероятно, связано с неблагоприятными условиями среды для появления урожайных поколений и увеличением ее потребления хищниками (Состояние..., 2014).

Эффективное ведение промысла неразрывно связано с величиной запасов облавливаемых объектов, на которые большое влияние оказывают антропогенные факторы. Так, увеличение рыболовных усилий в 1970-е годы привело к перелову и снижению воспроизводительной способности стад практически всех промысловых рыб Баренцева моря. Наиболее содержательный анализ влияния антропогенных факторов и их последствий для экосистемы Баренцева моря приведен в многочисленных работах конца XX – начала XXI века (Ихтиофауна и условия..., 1986; Матишов, 1992, 1994; Матишов и др., 1995; Атлантическая..., 1996; Алексеев, 1999; Матишов и др., 2000; Матишов, Денисов, 2000; Борисов и др., 2001; О.Карамушко и др., 2001; Денисов, 2002, 2004; Треска..., 2003; Плотицына и др., 2006; Титова, 2006; Матишов, Ильин, Макаревич, 2007; Васильев, Куранов, 2009; Развитие..., 2010; Matishov, Denisov, Dzenyuk et al., 2004 и др.).

5.2. Количественная и качественная структура отечественного и зарубежного вылова рыбных ресурсов в Баренцевом море (аналитический обзор).

В разделе приведены результаты анализа количественной и качественной структур вылова различными странами в Баренцевом море за рассматриваемое в работе 36-летие. Анализ выполнен автором на основе базы данных ММБИ, материалов сайтов Международного Совета по исследованию моря (ИКЕС) (<http://www.ices.dk/marine-data/>) и Смешанной Российско-Норвежской Комиссии по рыболовству (СРНК) (<http://jointfish.com/rus>), литературных источников (Экология..., 2001), а также с использованием ежегодных Обзоров ПИПРО (Состояние..., с 2000 по 2014).

5.3. Изменчивость географии промысла

Помимо океанографических факторов значительное влияние на географию промысла и удельный вес различных районов Баренцева моря оказывают антропогенные факторы социально-экономического и управленческого характера, таких как введение рыбоохранными органами, как России, так и Норвегии закрытых районов в целях предотвращения вылова молоди рыб, коммерческие интересы добывающих компаний при смене районов промысла и т.д. (Денисов, 2002; Титова, 2006; Каленченко, 2009; Денисов и др., 2012).

Так, например, в начале 1990-х годов с изменением социально-экономических условий и переходом на новые формы хозяйствования в России промысел трески в Баренцевом море был переориентирован на западный рынок (Атлантическая ..., 1996; Альбикиковская, Долгова, 2009). Рыболовным компаниям стало выгодно ловить более крупную рыбу, а также работать в непосредственной близости к портам сдачи уловов, в частности, в районе Маланг и Фулей банок, расположенных у северо-западного побережья Норвегии.

По нашим расчетам в январе – апреле (период наиболее успешного промысла в этом районе) 1986–2012 гг. доля вылова на Маланг банке постоянно увеличивалась и в январе-апреле 2012 г. она достигла 40 % от всего отечественного вылова трески в Баренцевом море в этот сезон года.

Примером влияния как природных, так и антропогенных факторов на изменение промыслового значения районов лова является динамика удельного веса акватории на юге Баренцева моря, где традиционно в летне-осенний период ведется специализированный промысел пикши (Мурманское мелководье, Восточный Прибрежный район, Канинская банка, Канино-Колгуевское мелководье).

Так, в 1987–1989 и 1997–1999 гг. происходило уменьшение промыслового значения обозначенной акватории, которое определялось в основном природными факторами, похолоданием водных масс (рис. 9). После окончания холодных периодов удельный вес этого участка вновь восстанавливался. Успешный промысел наблюдался здесь и в благоприятные по гидрологическим условиям 2000–2005 гг. когда удельный вес района был на высоком уровне. Однако после этого произошло резкое уменьшение промыслового значения рассматриваемого участка. Последнее обстоятельство было обусловлено уже антропогенным фактором, а именно введением с 2006 г. запрета на промысел донными тралами в течение круглого года на значительной части указанной акватории.

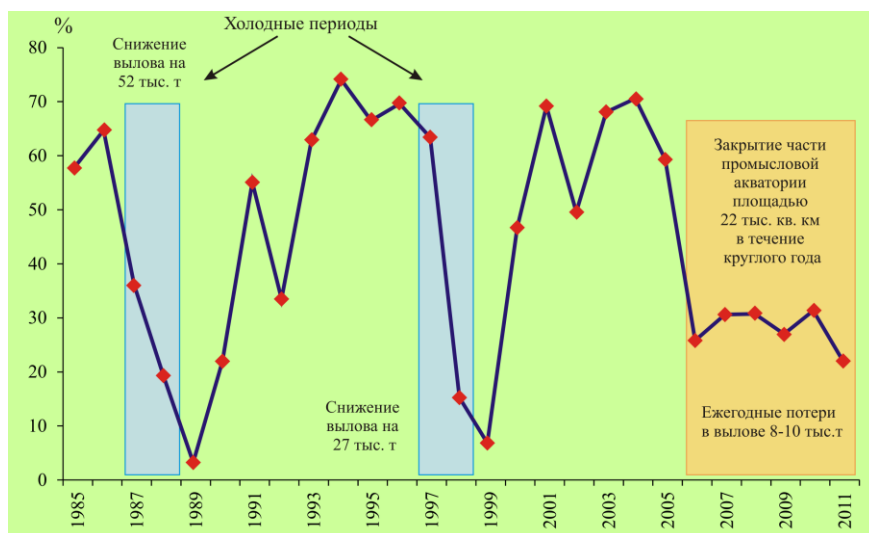


Рис. 9. Динамика промыслового значения акватории лова пикши на юге Баренцева моря в 1985–2011 гг.

С экономической точки зрения влияние этого антропогенного фактора, казалось бы, могло иметь негативный оттенок, т.к. произошло уменьшение вылова (ежегодный недолов на этом участке составляет 8–10 тыс. т). Однако, эти потери в вылове были восполнены за счет освоения другой акватории (район архипелага Шпицберген), где после 2007 г. стала увеличиваться доля российского вылова пикши.

В результате произошло изменение географии отечественного промысла пикши, что имело как отрицательные, так и положительные моменты. К отрицательным можно отнести удаленность района промысла, а значит увеличение расхода топлива и времени на переходы к участкам лова. Однако это компенсируется более дорогостоящим сырьем (более крупная рыба). Вместе с тем к позитивным моментам следует отнести снижение пресса промысла на неполовозрелую и более мелкую пикшу, которая составляет основу уловов в российских водах, в частности на южном участке Баренцева моря. Это в свою очередь позволит увеличить пополнение нерестовой части стада и в дальнейшем способствовать устойчивому состоянию промыслового запаса (Лепесевич и др., 2006; Васильев, Куранов, 2009).

Одним из значимых антропогенных факторов управленческого характера является деятельность Смешанной российско-норвежской комиссии (СРНК) по рыболовству. За время своего существования СРНК принимала немало решений и рекомендаций, которые приводили к изменению географии промысла и удельного веса тех или иных районов моря (как это было, например, в 1992 г. после запрета лова мойвы севернее 74°с.ш. в целях сохранения ее молоди).

5.4. Колебания промысловых запасов и объемов российского вылова

К одним из наиболее существенных антропогенных факторов, несомненно, следует отнести чрезмерную интенсивность промысла,

проблему выбросов и ННН-вылова (незаконный, незаявленный и незарегистрированный вылов).

Треска и Пикша. В начале 1980-х годов запасы трески и ее уловы сократились до самого низкого уровня за всю историю промысла (Матишов, Денисов, 2000). Наблюдавшиеся в этот период отрицательные аномалии среднегодовой температуры воды, в сочетании со значительным увеличением общего объема вылова привели к резкому снижению запасов трески с 2.1 до 0.8 млн. т. При этом годовые выловы трески отечественным флотом в 1983–1984 гг. были на уровне 22–23 тыс. т, что соответствует примерно среднемесячному вылову большинства других лет рассматриваемого периода (1977–2012 гг.).

Наш анализ динамики количественного и качественного состава российских уловов в Баренцевом море в годы с минимальными промысловыми запасами трески (1981-1985 гг.) показал, что в этот период три четверти вылова российского промыслового флота в Баренцевом море составляла мойва (рис. 10). Объемы вылова трески были весьма малы и даже в два раза уступали объемам вылова окуней.

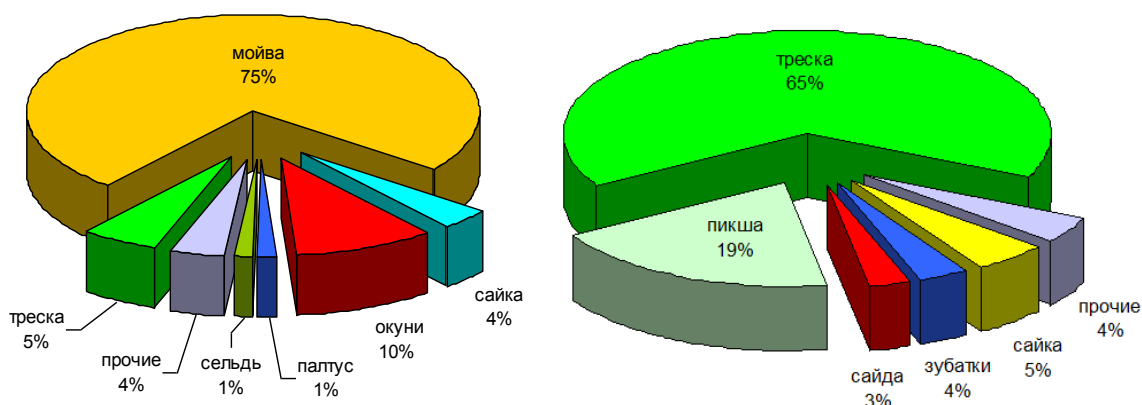


Рис. 10. Количественный и качественный состав российского вылова в Баренцевом море в годы с минимальными промысловыми запасами трески в 1981-1985 гг. (слева) и мойвы в 2004-2008 гг. (справа)

В годы с минимальными промысловыми запасами мойвы (2004–2008 гг.) объем вылова трески составлял 65 % от общей годовой добычи рыбы.

Подобно треске промысловые запасы пикши, вследствие переэксплуатации, к середине 1980-х гг. также были в депрессивном

состоянии. Доля пикши в годовых уловах отечественного флота в Баренцевом море в этот период (1981–1985 гг.) по нашим расчетам составляла менее 1 %.

Вместе с тем на основе оценок биомассы нерестового запаса трески и пикши, выполненных в 2013 г. ИКЕС классифицирует данные запасы как обладающие полной репродуктивной способностью. При этом запас трески классифицирован как эксплуатируемый на устойчивом уровне, а состояние запаса пикши подвергается риску, поскольку он эксплуатируется на неустойчивом уровне. (<http://barentsportal.com>).

Мойва. Состояние популяции мойвы в основном зависит от величины пополнения, а также от степени воздействия на нее многочисленных хищников и от интенсивности промысла. В условиях малочисленного пополнения негативные факторы (хищники, промысел) вызывают быстрое сокращение запаса. Такие спады запаса мойвы происходили в середине 1980-1990-х годов, а также в 2004–2008 г. (Состояние..., 2011г.).

Наш анализ динамики количественного и качественного состава российских уловов в Баренцевом море в периоды наличия мойвенного промысла показал, что в годы промысла мойвы до первого коллапса (1977–1986 гг.) ее доля в общем вылове доминировала (67 %), значительно превосходя по объему следующие за ней на втором и третьем месте треску (14 %) и окуней (9 %). В годы с минимальными запасами трески (1981–1985 гг.) доля мойвы возрастала до 75 %. В последующие периоды возобновления промысла в 1991–1993, 1999–2003 и 2009–2011 гг. доля мойвы в общем объеме российского вылова неуклонно снижалась (56, 31 и 15 %, соответственно).

В последние годы запас мойвы находится в стабильном состоянии. Однако по различным техническим и организационным причинам реализация отечественной квоты в 2009–2013 гг. составляла 47–82 % (Состояние..., 2014).

Сайка. К середине 1980-х гг. высокая степень эксплуатации и отсутствие урожайных поколений сайки привели популяцию в депрессивное

состояние (Боркин и др., 1987). После стабилизации запасов сайки ее отечественный промысел с 1992 г. возобновился и проходил в октябре-декабре в прибрежных водах о-вов Новая Земля. До 2007 г. вылов этой рыбы колебался от 3 до 50 тыс. т и в среднем составил 24,4 тыс. т. (Состояние..., 2011).

По нашим расчетам доля сайки в общем российском вылове в Баренцевом море изменялась от 10 % в 1993 г. до 1 % в 2004 г. и от 9% в 2007 г. до 3% в 2011 г.

В последние годы (с 2011 г.) общий запас сайки имеет тенденцию к снижению и к 2013 г. он сократился до 0,3 млн т. Это, вероятно, связано с неблагоприятными условиями среды для появления урожайных поколений и увеличением ее потребления хищниками (Состояние..., 2014).

5.5. Воздействие на ихтиофауну и рыбопромысловую деятельность работ по обустройству и эксплуатации нефтегазовых месторождений в Баренцевом море

В разделе проанализированы основные проблемы, связанные с противоречиями сосуществования морского рыболовства и шельфовой нефтегазодобычи. Рассмотрены ограничения на сроки и географию рыбного промысла, вплоть до исключения из эксплуатации отдельных рыбопромысловых районов. Указаны возможные экологические последствия освоения нефтегазовых месторождений в Баренцевом море (на примере Штокмановского газоконденсатного месторождения). Перечислен ряд мер по снижению и предотвращению негативных экологических последствий. Сделан вывод, что в современных условиях комплексного освоения арктического шельфа следует придерживаться природоохранной стратегии, сохраняя в первую очередь уникальный биоресурсный потенциал Баренцева моря.

5.6. Эколого-географические основы морского пространственного планирования (зонирования) в Арктике (на примере Баренцева моря)

В последние годы активная морская деятельность, которую ведут хозяйствующие субъекты экономически развитых стран, стимулировала становление особого вида планирования – морского (акваториального) пространственного планирования (М(А)ПП) основанного на экосистемном комплексном (интегрированном) подходе к управлению морскими природно-хозяйственными системами (Денисов и др., 2014; Матишов и др., 2015). Такой интерес обусловлен недостаточной эффективностью отраслевых и ведомственных подходов к управлению, приводящей к конфликтности природопользователей и антропогенных угроз морским экосистемам в районах интенсивной морехозяйственной деятельности.

Цель М(А)ПП состоит в том, чтобы создать условия для эффективного сосуществования различных отраслей, в особенности рыболовства, нефтегазовой деятельности и морского транспорта.

Морское пространственное планирование как эффективный способ функционального зонирования и стратегической оценки возможностей использования морских акваторий, несмотря на некоторую ограниченность применения, связанного с отсутствием в настоящее время в России необходимой нормативной базы (Митягин, 2012; Мякиненков, 2013; Денисов и др., 2014) может стать полезным инструментом разработки стратегий и комплексных программ социально-экономического развития приморских территорий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Обобщение баз многолетних данных об изменчивости океанографических условий Баренцева моря период 1899–2014 гг. позволило выявить чередование квазитридцатилетних теплых и холодных фаз климатических колебаний теплового состояния вод моря и его ледовитости.
2. Установлено, что период 1977-2012 гг. (выбранный для выявления и анализа связей между абиотическими факторами и динамикой формирования промысловых запасов) охватывает временные отрезки двух различных фаз

климатических колебаний: окончание холодной (биоциклы 1977/78–1988/89 гг.) и современную теплую (начиная с биоцикла 1989/90 гг.), которая длится уже четверть века и, по – видимому, приближается к своему завершению.

3. На основе оценки промыслового значения различных участков лова и анализа материалов нового Атласа российского рыбного промысла установлено, что в современный период потепления наиболее заметные изменения в направлениях миграций и распределении концентраций трески и пикши произошли в пределах высокоширотных районов моря.

4. Выявлена значимая связь между промысловым значением высокоширотных районов во втором полугодии и аномалиями температуры воды и ледовитости в предшествующем промысле первом полугодии. В первом случае связь является прямой ($r = 0.82$), а во втором – обратной ($r = -0.81$). Выявленные связи имеют прогностический потенциал.

5. Анализ календарей аномалий температуры и ледовитости годовых биологических циклов позволил выявить тесные связи между изменчивостью термических и ледовых условий и динамикой промысловых запасов трески и пикши.

6. На основе выявленных связей можно сделать вывод, что общая ледовитость Баренцева моря и локальная ледовитость его отдельных районов в текущем году (биоцикле) может служить показателем величины пополнения промыслового стада и индикатором промысловых запасов трески и пикши через 3–4 года.

7. Количественный и качественный состав российского вылова за последние три с половиной десятилетия в основном характеризовался сменой преобладания в объемах вылова двух ключевых видов рыб: трески и мойвы. В холодный период климатических флуктуаций (1977–1982 гг.) в общем вылове преобладала мойва (67 %). В теплую фазу годовые выловы трески и мойвы колебались от 35 до 45 и от 30 до 50 %, соответственно. В периоды моратория на промысел мойвы вылов трески возрастал до 65–74 %. В годы с максимальными промысловыми запасами трески (2010–2012 гг.) объемы ее

вылова составляли 52–56%. В годы с минимальными запасами трески (1981–1985 гг.) в общем вылове доминировала мойва (75 %).

8. Антропогенные факторы социально-экономического характера в первой половине рассматриваемого периода носили в основном негативный характер: чрезмерное увеличение промысловых усилий (перелов), недостаточные меры регулирования промысла (выбросы, уничтожение молоди, ННН-вылов). С 1990-х годов постепенно с принятием дополнительных мер регулирования и развитием ярусного лова происходило значительное сокращение отрицательных аспектов этих воздействий.

9. Антропогенные факторы управленческого характера, приводившие за последнее тридцатипятилетие к изменению географии промысла, носили, в целом, позитивный характер, были направлены на более рациональное использование водных биологических ресурсов и оптимизацию запасов основных промысловых рыб Баренцева моря.

10. Массовая промысловая информация позволила оценить динамику пространственно-временной изменчивости рыбного промысла в Баренцевом море на различных этапах климатических флуктуаций и сделать вывод, что расширение ареала промысловых скоплений наиболее массовых и ценных видов рыб в современную фазу потепления, стабилизация их запасов в последнее десятилетие увеличивают возможности ведения устойчивого рационального рыбного промысла.

Основные публикации по теме диссертации

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Матишов Г.Г., Голубев В.А., **Жичкин А.П.** Температурные аномалии вод Баренцева моря в летний период 2001-2005 годов // Доклады Академии наук, 2007. Т.412. №1. С.112–114.

2. Матишов Г.Г., **Жичкин А.П.** Опыт создания базы данных по географии рыболовства как интегрального показателя пространственно-временной изменчивости состояния больших морских экосистем // Вестник Южного научного центра РАН, 2008. Т. 4. № 4. С. 31–37.

3. Матишов Г.Г., Денисов В.В., **Жичкин А.П.** География промысла трески как индикатор экосистемы Баренцева моря // Известия РАН. Серия географическая, 2010. № 1. С. 112–119.
4. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., **Жичкин А.П.** Климатические изменения морских экосистем Европейской Арктики // Проблемы Арктики и Антарктики, 2010. № 3 (86). С. 7–21.
5. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., **Жичкин А.П.**, Моисеев Д.В. Климат морей Западной Арктики в начале XXI века // Известия РАН. Серия географическая, 2011. № 3. С. 17–32
6. Матишов Г.Г., Денисов В.В., **Жичкин А.П.**, Моисеев Д.В., Громов М.С. Современные климатические тенденции в Баренцевом море // Доклады Академии наук, 2011. Т.441. №3. С.395–398.
7. Матишов Г.Г., Моисеев Д.В., Любина О.С., **Жичкин А.П.**, Дженюк С.Л., Макаревич П.Р., Фролова Е.А. Гидробиологические индикаторы циклических изменений климата Западной Арктики в XX-XXI вв. // Вестник Южного научного центра РАН, 2011. Т. 7. № 2. С. 54–68.
8. **Жичкин А.П.** Климатические колебания ледовых условий в разных районах Баренцева моря // Метеорология и гидрология, 2012. №9. С. 69–78.
9. Денисов В.В., **Жичкин А.П.** Научное наследие Н.М. Книповича в современных условиях комплексного освоения природных ресурсов Баренцева моря // Вестник МГТУ, 2012. Том 15. № 4. С. 721–732.
10. Матишов Г.Г., **Жичкин А.П.** Влияние климатических флуктуаций на промысловую ихтиофауну экосистемы Баренцева моря // Вестник Южного научного центра РАН, 2013. Т. 9. № 1. С. 61–70.
11. **Жичкин А.П.** Особенности климатических колебаний и рыбный промысел в высокоширотных районах Баренцева моря. // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета, 2013. № 30. С. 108–115.
12. Денисов В.В., **Жичкин А.П.** Прибрежное рыболовство и аквакультура в Норвегии и России: сравнительный анализ эколого-

географической ситуации на региональном уровне // Рыбное хозяйство, 2013, №6. С. 22–26.

13. **Жичкин А.П.** Пространственно-временная изменчивость промысловой значимости различных районов рыбного лова в Баренцевом море // Вестник МГТУ, 2014. Том 17. № 3. С. 465–473.

14. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., **Жичкин А.П.** О природе крупных гидрометеорологических аномалий в арктических и южных морях России // Известия РАН. Серия географическая, 2014. № 1. С. 36–46.

15. **Жичкин А.П.** Многолетняя изменчивость промысловой значимости различных районов промышленного рыболовства в Баренцевом море // Рыбное хозяйство, 2014, №4. С. 59–63.

16. **Жичкин А.П.** Особенности межгодовых и сезонных колебаний аномалий ледовитости Баренцева моря // Метеорология и гидрология, 2015. №5. С. 52–62.

Монографии:

17. **Жичкин А.П.** Атлас российского промысла трески в Баренцевом море (1977–2006 гг.). Мурманск: Радица, 2009. 212 с.

18. Матишов Г.Г., Бердников С.В., **Жичкин А.П.**, Макаревич П.Р., Дженюк С.Л., Кулыгин В.В., Яицкая Н.А., Поважный В.В., Шевердяев И.В., Третьякова И.А., Цыганкова А.Е. Атлас климатических изменений в больших морских экосистемах Северного полушария (1878–2013). Ростов н/Д: Издательство ЮНЦ РАН. 2014. 256 с.

Список основных работ, опубликованных в других изданиях

19. Денисов В.В., Голубев В.А., **Жичкин А.П.** Особенности гидрологической ситуации в южной части Баренцева моря летом 2005 года // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна. Вып. 2 .Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2007. С.104–114.

20. Голубев В.А., **Жичкин А.П.** Динамика физико-географических характеристик в большой морской экосистеме Баренцева моря // Большие

морские экосистемы России в эпоху глобальных изменений (климат, ресурсы управление): Материалы международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 10–13 октября 2007г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007. С. 151–157.

21. **Жичкин А.П.** Влияние флуктуаций климата на географию промысла трески в экосистеме Баренцева моря // Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки: Материалы международной научной конференции (г. Мурманск, 10-12 марта 2010 г.). Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2010. С. 74–75.

22. **Жичкин А.П.** Климатические аномалии ледовитости Баренцева моря // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики. Комплексные исследования природы Шпицбергена: Материалы международной научной конференции (Мурманск, 27–30 октября 2010 г.). Вып. 10. М.: ГЕОС, 2010. С. 133–137.

23. **Жичкин А.П.** Изменчивость климатических условий и география рыболовства в Баренцевом море // Комплексные исследования больших морских экосистем / [отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 177–202.

24. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., **Жичкин А.П.**, Моисеев Д.В. Батиметрические и океанографические факторы формирования БМЭ Арктики // Комплексные исследования больших морских экосистем / [отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2011. С. 63–91.

25. **Жичкин А.П.** Динамика климатических колебаний и миграции промысловых скоплений рыб в Баренцевом море // Глобальные климатические процессы и их влияние на экосистемы арктических и субарктических регионов: Материалы международной научной конференции (г. Мурманск, 9–11 ноября 2011 г.) [отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2011. С. 63–65.

26. Виноградов А.Н., Баранов С.В., **Жичкин А.П.**, Моисеев Д.В. Влияние сейсмичности на распределение рыбных скоплений на западной окраине Баренцевоморского бассейна // Рыбные ресурсы, 2011. №2. С. 18–21.

27. Matishov G.G., Dzhenyuk S.L., Denisov V.V., **Zhichkin A.P.**, Moiseev D.V. Climate and oceanographic processes in the Barents Sea // Berichte zur Polar- und Meeresforschung. Reports on Polar and Marine Research, 2012. № 640 / Ed. by G. Hempel, K. Lochte, G. Matishov. P. 63–73. ISSN 1866-3192.

28. **Жичкин А.П.** Влияние природных и антропогенных факторов на рыбопромысловую деятельность в Баренцевом море // Стратегия морской деятельности России и экономика природопользования в Арктике: материалы IV Всероссийской морской научно-практической конференции (Мурманск, 7-8 июня 2012 г.). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2012. С. 127–129.

29. Matishov G., Moiseev D., Lyubina O., **Zhichkin A.**, Dzhenyuk S., Karamushko O., Frolova E. Climate and cyclic hydrobiological changes of the Barents Sea from the twentieth to twenty-first centuries // Polar Biology, 2012. T. 35. P. 1773–1790.

30. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Денисов В.В., **Жичкин А.П.**, Моисеев Д.В., Учет вековой динамики климата Баренцева моря при планировании морской деятельности // Труды Кольского научного центра РАН. Серия «Океанология», 2013. Вып. 1 (14). С. 56–71.

31. **Жичкин А.П.** Межгодовые колебания промысловой значимости основных районов рыбного лова в экосистеме Баренцева моря // Национальные интересы России и экономика морских коммуникаций в Арктике: материалы V Всероссийской морской научно-практической конференции (Мурманск, 29-30 мая 2014 г.). Мурманск: Изд-во МГТУ, 2014. С. 151–153.

32. Matishov G. G., Dzhenyuk S.L., Moiseev D.V., **Zhichkin A.P.** Pronounced anomalies of air, water, ice conditions in the Barents and Kara Seas, and the Sea of Azov // Oceanologia, 2014. V.56. №3. P. 445–460.

33. Матишов Г.Г., Дженюк С.Л., Моисеев Д.В., **Жичкин А.П.** Современные океанологические процессы в западноарктических и южных морях России // Морские экосистемы и сообщества в условиях современных климатических изменений / [отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. СПб.: Реноме, 2014. С. 13–31.

34. Матишов Г.Г., Бердников С.В., **Жичкин А.П.**, Кулыгин В.В., Яицкая Н.А., Кумпан С.В., Третьякова И.А., Шевердяев И.В., Цыганкова А.Е., Дженюк С.Л., Левитус С., Смоляр И.В. Информационное обеспечение исследований климатической динамики морских экосистем // Морские экосистемы и сообщества в условиях современных климатических изменений / [отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. СПб.: Реноме, 2014. С. 31–49.

35. Денисов В.В., **Жичкин А.П.**, Васильев А.М. Морское пространственное планирование в арктических и субарктических регионах РФ: проблемы реализации (на примере Мурманской области) // Север и рынок. 2014. № 3. С. 18–21.

36. Матишов Г.Г., Денисов В.В., **Жичкин А.П.** Морское природопользование в западном секторе Арктики: проблемы и решения // Вестник Кольского научного центра РАН, 2015. Вып. 2 (21). С. 103–112.

37. **Жичкин А.П.** Воздействие природных и антропогенных факторов на состояние промысловой ихтиофауны и промышленное рыболовство в Баренцевом море // Арктическое морское природопользование в XXI веке – современный баланс научных традиций и инноваций (к 80-летию ММБИ КНЦ РАН): Тез. докл. Междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 1–3 апреля 2015 г.) [отв. ред. Г.Г. Матишов]; Мурман. мор. биол. ин-т КНЦ РАН. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2015. С. 68–70.

38. Matishov G.G., Dzhenyuk S.L., Moiseev D.V., **Zhichkin A.P.** Trends in hydrological and ice conditions in the Large Marine Ecosystems of the Russian Arctic during periods of climate change // Environmental Development. 2016. V.17, Suppl.1. P. 33–45.